

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-094131

(43)Date of publication of application : 04.04.2000

(51)Int.Cl.

B23K 9/127  
G05B 19/4103

(21)Application number : 10-271287

(71)Applicant : KOBE STEEL LTD

(22)Date of filing : 25.09.1998

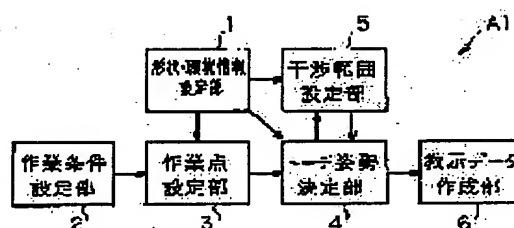
(72)Inventor : HIDA MASATOSHI

## (54) WELDING POSITION TEACHING METHOD AND ITS DEVICE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To automatically teach a welding position so that an object work is not interfered only by inputting the numerical values of the welding position.

SOLUTION: When a target angle of inclination  $\alpha_0$  and a target advancing/ retracting angle  $\beta_0$  of a welding torch are inputted in a working condition setting part 2, a working point to define a working path during the welding is set on a welding line set on a work by a working point setting part 3, a torch position determining part 4 and an interference range setting part 5 automatically judge whether or not the welding torch can take the target position at each working point. When the working point impossible to take the target position is present, the range on the welding line impossible to take the target position is automatically specified and the set position possible to be taken by the welding torch in the range is searched and automatically set.



BEST AVAILABLE COPY

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

20.09.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-94131  
(P2000-94131A)

(43) 公開日 平成12年4月4日 (2000.4.4)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード (参考)
B 2 3 K 9/127	5 0 9	B 2 3 K 9/127	5 H 2 6 9
G 0 5 B 19/4103		G 0 5 B 19/415	E 9 A 0 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平10-271287

(22) 出願日 平成10年9月25日 (1998.9.25)

(71) 出願人 000001199

株式会社神戸製鋼所

兵庫県神戸市中央区脇浜町1丁目3番18号

(72) 発明者 飛田 正俊

兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号

株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内

(74) 代理人 100084135

弁理士 本庄 武男

Fターム (参考) 5H269 AB12 AB33 BB14 CC05 DD06

QC01 QC03 QD03 SA08 SA10

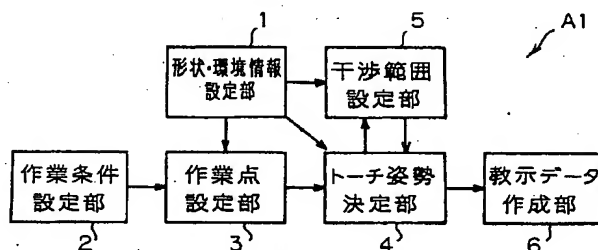
9A001 HH19

(54) 【発明の名称】 溶接姿勢教示方法及びその装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 溶接姿勢を数値入力するだけで、対象ワークが干渉しないような溶接姿勢の教示を自動的に行う。

【解決手段】 溶接トーチの目標傾斜角  $\alpha_0$ 、目標前進・後退角  $\beta_0$  が作業条件設定部2に入力されると作業点設定部3により、ワーク上に設定された溶接線上に、溶接時の作業経路を定義するための作業点が設定され、トーチ姿勢決定部4及び干渉範囲設定部5により、各作業点において、溶接トーチが目標姿勢をとりうるか否かが自動的に判断され、目標姿勢をとることが不可能な作業点が存在する場合には、目標姿勢をとることが不可能な溶接線上の範囲が自動的に特定され、該範囲内で溶接トーチのとりうる設定姿勢が探索され、自動設定される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 任意のワーク上の任意の溶接線に沿って溶接を行う溶接ロボットに対して、上記ワーク及び上記溶接ロボットに関する形状情報に基づいて上記ワークと干渉しないように溶接時の姿勢を教示する溶接姿勢教示方法において、上記溶接ロボットに設けられた溶接トーチの上記溶接線上での目標姿勢を設定する目標姿勢設定工程と、上記溶接線上に、溶接時の作業経路を定義するための作業点を設定する作業点設定工程と、上記作業点設定工程で設定された上記各作業点において、上記形状情報に基づいて上記溶接トーチが上記目標姿勢設定工程で設定された上記目標姿勢をとりうるか否かを所定の干渉チェック手法により自動的に判断し、上記目標姿勢をとることが不可能な作業点が存在する場合には、その作業点を含み上記目標姿勢をとることが不可能な上記溶接線上の範囲を自動的に特定すると共に、該範囲内で上記溶接トーチのとりうる設定姿勢を探索し、自動設定する自動姿勢設定工程とを具備してなることを特徴とする溶接姿勢教示方法。

【請求項 2】 上記目標姿勢が、上記溶接トーチの上記溶接線回りの角度である傾斜角の目標値  $\alpha_0$  と、上記溶接線と上記溶接トーチとのなす角度である前進・後退角の目標値  $\beta_0$  とを含む請求項 1 記載の溶接姿勢教示方法。

【請求項 3】 上記自動姿勢設定工程が、更に、上記作業点設定工程で設定された上記作業点のうちの少なくとも 1 点において上記形状情報に基づく干渉チェックを行い、上記目標傾斜角  $\alpha_0$  と  $180^\circ - \alpha_0$  のうちのいずれかを設定傾斜角  $\alpha$  とする傾斜角設定工程と、上記作業点設定工程で設定された上記各作業点において上記形状情報に基づく干渉チェックを行い、上記溶接トーチが上記目標前進・後退角  $\beta_0$  をとりうるか否かを判断し、上記目標前進・後退角  $\beta_0$  をとることが不可能な作業点においては上記溶接トーチが上記ワークと干渉しないような前進・後退角  $\beta_1$  を探索し、上記作業点での設定前進・後退角  $\beta$  として設定する前進・後退角設定工程と、上記前進・後退角目標値  $\beta_0$  をとることが不可能な作業点が存在する場合には、その作業点を含み上記前進・後退角目標値  $\beta_0$  をとることが不可能な上記溶接線上の範囲を特定すると共に、上記前進・後退角  $\beta_1$  と上記目標前進・後退角  $\beta_0$  とに基づいて上記範囲内における設定前進・後退角  $\beta$  を設定する干渉範囲設定工程とを具備して構成されると共に、上記干渉範囲設定工程で設定された上記範囲外においては上記前進・後退角  $\beta$  を上記目標前進・後退角  $\beta_0$  とする請求項 2 記載の溶接姿勢教示方法。

【請求項 4】 上記自動姿勢設定工程で設定された上記設定姿勢と上記形状情報とに基づいて自動的に干渉チェックを行い、上記溶接トーチの上記溶接ロボットへの取り付け軸回りの回転角  $\gamma$  を自動設定する自動回転角設定工程を具備してなる請求項 1～3 のいずれかに記載の溶

接姿勢教示方法。

【請求項 5】 任意のワーク上の任意の溶接線に沿って溶接を行う溶接ロボットに対して、上記ワーク及び上記溶接ロボットに関する形状情報に基づいて上記ワークと干渉しないように溶接時の姿勢を教示する溶接姿勢教示装置において、上記溶接ロボットに設けられた溶接トーチの上記溶接線上での目標姿勢を設定する目標姿勢設定手段と、上記溶接線上に、溶接時の作業経路を定義するための作業点を設定する作業点設定手段と、上記作業点設定手段で設定された上記各作業点において、上記形状情報に基づいて上記溶接トーチが上記目標姿勢設定手段で設定された上記目標姿勢をとりうるか否かを所定の干渉チェック手法により自動的に判断し、上記目標姿勢をとることが不可能な作業点が存在する場合には、その作業点を含み上記目標姿勢をとることが不可能な上記溶接線上の範囲を自動的に特定すると共に、該範囲内で上記溶接トーチのとりうる設定姿勢を探索し、自動設定する自動姿勢設定手段とを具備してなることを特徴とする溶接姿勢教示装置。

【請求項 6】 上記目標姿勢が、上記溶接トーチの上記溶接線回りの角度である傾斜角の目標値  $\alpha_0$  と、上記溶接線と上記溶接トーチとのなす角度である前進・後退角の目標値  $\beta_0$  とを含む請求項 5 記載の溶接姿勢教示装置。

【請求項 7】 上記自動姿勢設定手段が、更に、上記作業点設定手段で設定された上記作業点のうちの少なくとも 1 点において上記形状情報に基づく干渉チェックを行い、上記目標傾斜角  $\alpha_0$  と  $180^\circ - \alpha_0$  のうちのいずれかを設定傾斜角  $\alpha$  とする傾斜角設定手段と、上記作業点設定手段で設定された上記各作業点において上記形状情報に基づく干渉チェックを行い、上記溶接トーチが上記目標前進・後退角  $\beta_0$  をとりうるか否かを判断し、上記目標前進・後退角  $\beta_0$  をとることが不可能な作業点においては上記溶接トーチが上記ワークと干渉しないような前進・後退角  $\beta_1$  を探索し、上記作業点での設定前進・後退角  $\beta$  として設定する前進・後退角設定手段と、上記前進・後退角目標値  $\beta_0$  をとることが不可能な作業点が存在する場合には、その作業点を含み上記前進・後退角目標値  $\beta_0$  をとることが不可能な上記溶接線上の範囲を特定すると共に、上記前進・後退角  $\beta_1$  と上記目標前進・後退角  $\beta_0$  とに基づいて上記範囲内における設定前進・後退角  $\beta$  を設定する干渉範囲設定手段とを具備して構成されると共に、上記干渉範囲設定手段で設定された上記範囲外においては上記前進・後退角  $\beta$  を上記目標前進・後退角  $\beta_0$  とする請求項 6 記載の溶接姿勢教示装置。

【請求項 8】 上記自動姿勢設定手段で設定された上記設定姿勢と上記形状情報とに基づいて干渉チェックを自動的にを行い、上記溶接トーチの上記溶接ロボットへの取り付け軸回りの回転角  $\gamma$  を自動設定する自動回転角設定手段を具備してなる請求項 5～7 のいずれかに記載の溶

接姿勢教示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、任意のワーク上の任意の溶接線に沿って溶接を行う溶接ロボットに対して、上記ワーク及び上記溶接ロボットに関する形状情報に基づいて上記ワークと干渉しないように溶接時の姿勢を教示する溶接姿勢教示方法及びその装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】ロボットを用いた溶接作業においては、ロボットのアーム先端部に取り付けられた溶接トーチの溶接姿勢を、溶接対象とするワーク毎にそれぞれ教示する必要がある。上記溶接トーチの姿勢は溶接品質の良否に大きく影響するため、上記溶接姿勢の教示作業は非常に重要である。一方、この教示作業を実際にロボットを動作させながら行う場合には、多くの手間と時間を要し、作業効率が悪いという問題点があった。そこで、例えば特開昭63-256281号公報には、ロボットに対する溶接姿勢教示作業を、実際にロボットを動作させながら行うのではなく、溶接トーチの対象ワークに対する角度を数値入力することによって行う技術が提案されている。しかしながら、上記技術では、ロボットと対象ワークとの干渉については一切考慮されていない。対象ワークやロボットの形状、及びそれらの位置関係によっては、溶接トーチを必ずしも目標とする姿勢に設定できるとは限らないため、実際にはロボットと対象ワークとの干渉の有無に充分注意しながら教示作業を行う必要がある。そこで、例えば特開平2-157906号公報には、溶接ロボット及び対象ワークの形状情報をコンピュータに入力してCRT画面上に両者の3次元画像を表示させ、それらの画像に基づいて溶接時の干渉をチェックしつつ溶接トーチの姿勢を教示する技術が提案されている。この溶接姿勢教示方法による手順を簡単に説明すると、まず対象ワーク及び溶接ロボットの形状、位置、姿勢等のデータがコンピュータ（教示装置）に入力されると、上記入力データに基づいて対象ワーク及び溶接ロボット（の溶接トーチ部分）の3次元画像がCRT画面上に表示される（図10参照）。オペレータにより、マウス等を用いて上記CRT画面上の対象ワーク上に溶接線（作業経路）が教示されると、上記コンピュータによつて溶接トーチの上記溶接線上の移動動作がシミュレートされ、上記CRT画面上に動画として表示される。オペレータは、上記CRT画面上に表示された対象ワーク上の溶接トーチの移動動作を監視し、溶接トーチと対象ワークとの干渉が生じた場合には、溶接トーチの姿勢を修正する。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記特開平2-157906号公報に提案されている教示方法

では、溶接トーチと対象ワークとの干渉を回避すべく行う溶接姿勢の修正処理はオペレータ側で行わなければならないため、あいかわらず教示作業に手間と時間がかかるだけでなく、得られる教示結果がオペレータの資質に大きく左右されてしまうという問題点があった。また、溶接経路上の一部分において干渉が生じる場合であっても、それ以外の範囲では目標とする溶接姿勢をできるだけ保持することが溶接品質を高める上で重要であるが、それらの技術に関する記載はない。本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、オペレータが目標とする溶接姿勢を数値入力するだけで溶接ロボットと対象ワークとが干渉しないような溶接姿勢の教示を自動的に行うことが可能で、更にできるかぎり高品質な溶接を可能とする溶接姿勢教示方法及びその装置を提供することを目的とする。

【0004】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明の方法は、任意のワーク上の任意の溶接線に沿って溶接を行う溶接ロボットに対して、上記ワーク及び上記溶接ロボットに関する形状情報に基づいて上記ワークと干渉しないように溶接時の姿勢を教示する溶接姿勢教示方法において、上記溶接ロボットに設けられた溶接トーチの上記溶接線上での目標姿勢を設定する目標姿勢設定工程と、上記溶接線上に、溶接時の作業経路を定義するための作業点を設定する作業点設定工程と、上記作業点設定工程で設定された上記各作業点において、上記形状情報に基づいて上記溶接トーチが上記目標姿勢設定工程で設定された上記目標姿勢をとりうるか否かを所定の干渉チェック手法により自動的に判断し、上記目標姿勢をとることが不可能な作業点が存在する場合には、その作業点を含み上記目標姿勢をとることが不可能な上記溶接線上の範囲を自動的に特定すると共に、該範囲内で上記溶接トーチのとりうる設定姿勢を探索し、自動設定する自動姿勢設定工程とを具備してなることを特徴とする溶接姿勢教示方法として構成されている。上記目標姿勢は、例えば上記溶接トーチの上記溶接線回りの角度である傾斜角の目標値 $\alpha_0$ と、上記溶接線と上記溶接トーチとのなす角度である前進・後退角の目標値 $\beta_0$ により表現することができる。上記自動姿勢設定工程は、更に、上記作業点設定工程で設定された上記作業点のうちの少なくとも1点において上記形状情報に基づく干渉チェックを行い、上記目標傾斜角 $\alpha_0$ と $180^\circ - \alpha_0$ のうちのいずれかを設定傾斜角 $\alpha$ とする傾斜角設定工程と、上記作業点設定工程で設定された上記各作業点において上記形状情報に基づく干渉チェックを行い、上記溶接トーチが上記目標前進・後退角 $\beta_0$ をとりうるか否かを判断し、上記目標前進・後退角 $\beta_0$ をとることが不可能な作業点においては上記溶接トーチが上記ワークと干渉しないような前進・後退角 $\beta_1$ を探索し、上記作業点での設定前進・後退角 $\beta$ として設定する前進・後退角設

定工程と、上記前進・後退角目標値  $\beta_0$  をとることが不可能な作業点が存在する場合に、その作業点を含み上記前進・後退角目標値  $\beta_0$  をとることが不可能な上記溶接線上の範囲を特定すると共に、上記前進・後退角  $\beta_1$  と上記目標前進・後退角  $\beta_0$  とに基づいて上記範囲内における設定前進・後退角  $\beta$  を設定する干渉範囲設定工程とを具備して構成することができ、更に上記干渉範囲設定工程で設定された上記範囲外においては上記前進・後退角  $\beta$  を上記目標前進・後退角  $\beta_0$  とすれば、溶接姿勢はできるかぎり目標値に近い値に設定されるため、高品質の溶接が可能となる。更に、上記自動姿勢設定工程で設定された上記設定姿勢と上記形状情報とに基づいて自動的に干渉チェックを行い、上記溶接トーチの上記溶接ロボットへの取り付け軸回りの回転角  $\gamma$  を自動設定する自動回転角設定工程を設ければ、溶接ロボットの溶接トーチ以外の部分と対象ワークとの干渉についても確実に回避することが可能である。

【0005】また、上記目的を達成するために本発明の装置は、任意のワーク上の任意の溶接線に沿って溶接を行う溶接ロボットに対して、上記ワーク及び上記溶接ロボットに関する形状情報に基づいて上記ワークと干渉しないように溶接時の姿勢を教示する溶接姿勢教示装置において、上記溶接ロボットに設けられた溶接トーチの上記溶接線上での目標姿勢を設定する目標姿勢設定手段と、上記溶接線上に、溶接時の作業経路を定義するための作業点を設定する作業点設定手段と、上記作業点設定手段で設定された上記各作業点において、上記形状情報に基づいて上記溶接トーチが上記目標姿勢設定手段で設定された上記目標姿勢をとりうるか否かを所定の干渉チェック手法により自動的に判断し、上記目標姿勢をとることが不可能な作業点が存在する場合には、その作業点を含み上記目標姿勢をとることが不可能な上記溶接線上の範囲を自動的に特定すると共に、該範囲内で上記溶接トーチのとりうる設定姿勢を探索し、自動設定する自動姿勢設定手段とを具備してなることを特徴とする溶接姿勢教示装置として構成されている。上記溶接姿勢教示方法は全てこの装置を用いて実現可能である。

#### 【0006】

【作用】本発明に係る溶接姿勢教示装置では、予めワーク及び溶接ロボットに関する形状情報、及び上記ワーク上の溶接線が設定される。オペレータにより目標姿勢、例えば目標傾斜角  $\alpha_0$ 、目標前進・後退角  $\beta_0$  が入力されると、上記入力値は目標姿勢設定手段により設定、格納される（目標姿勢設定工程）。そして、作業点設定手段により、上記溶接線上に、溶接時の作業経路を定義するための作業点が設定される（作業点設定工程）。続いて、自動姿勢設定手段により、上記各作業点において、上記形状情報に基づいて上記溶接トーチが上記目標姿勢をとりうるか否かが所定の干渉チェック手法により自動的に判断され、上記目標姿勢をとることが不可能な作業

点が存在する場合には、その作業点を含み上記目標姿勢をとることが不可能な上記溶接線上の範囲が自動的に特定されると共に、該範囲内で上記溶接トーチのとりうる設定姿勢が探索され、自動設定される（自動姿勢設定工程）。このように、オペレータが、ワークの形状情報の他に目標傾斜角  $\alpha_0$  と目標前進・後退角  $\beta_0$  とを数値入力するだけで、後は全て自動的に溶接ロボットとワークとの干渉が発生しないような溶接姿勢（傾斜角  $\alpha$ 、前進・後退角  $\beta$ ）が探索され、自動設定されるため、教示作業にかかる手間と時間が従来技術と比べて大幅に削減できると共に、得られる教示結果がオペレータの資質に左右されるということもない。上記自動姿勢設定工程を更に細かく分けると、まず、傾斜角設定手段により上記作業点のうちの少なくとも1点において上記形状情報に基づく干渉チェックが行われ、上記目標傾斜角  $\alpha_0$  と  $180^\circ - \alpha_0$  のうちのいずれかが設定傾斜角  $\alpha$  として設定される（傾斜角設定工程）。そして、前進・後退角設定手段により、上記各作業点において上記形状情報に基づく干渉チェックが行われ、上記溶接トーチが上記目標前進・後退角  $\beta_0$  をとりうるか否かが判断され、上記目標前進・後退角  $\beta_0$  をとることが不可能な作業点においては上記溶接トーチが上記ワークと干渉しないような前進・後退角  $\beta_1$  が探索され、上記作業点での設定前進・後退角  $\beta$  として設定される（前進・後退角設定工程）。また、上記前進・後退角目標値  $\beta_0$  をとることが不可能な作業点が存在する場合には、干渉範囲設定手段により、その作業点を含み上記前進・後退角目標値  $\beta_0$  をとることが不可能な上記溶接線上の範囲が特定されると共に、上記前進・後退角  $\beta_1$  と上記目標前進・後退角  $\beta_0$  とに基づいて上記範囲内における設定前進・後退角  $\beta$  が設定される（干渉範囲設定工程）。そして、上記干渉範囲設定工程で設定された上記範囲外においては上記前進・後退角  $\beta$  が上記目標前進・後退角  $\beta_0$  に設定される。これにより、溶接姿勢ができるかぎり目標値に近い値に設定されるため、高品質の溶接が可能となる。更に、自動回転角設定手段により、上記自動姿勢設定工程で設定された上記設定姿勢と上記形状情報とに基づいて自動的に干渉チェックを行い、上記溶接トーチの上記溶接ロボットへの取り付け軸回りの回転角  $\gamma$  を自動設定するようにすれば（自動回転角設定工程）、溶接ロボットの溶接トーチ以外の部分と対象ワークとの干渉についても確実に回避することが可能である。

#### 【0007】

【発明の実施の形態】以下添付図面を参照して、本発明の実施の形態及び実施例につき説明し、本発明の理解に供する。尚、以下の実施の形態及び実施例は、本発明を具体化した一例であって、本発明の技術的範囲を限定する性格のものではない。ここに、図1は本発明の実施の形態に係る溶接姿勢教示装置A1の概略構成を示すブロック図、図2は上記溶接姿勢教示装置A1、溶接ロボッ

ト 20、及びロボット制御盤 10 との接続関係の一例を示す模式図、図 3 は上記溶接姿勢教示装置 A 1 による処理手順を示すフローチャート、図 4 は作業条件におけるバックステップ処理、及びその時の作業経路と作業点の一例を示す説明図、図 5 は溶接姿勢を表す傾斜角  $\alpha$ 、前進・後退角  $\beta$ 、及び回転角  $\gamma$  の説明図、図 6 は傾斜角  $\alpha$  の設定方法の説明図、図 7 は干渉が生じる作業点における前進・後退角  $\beta$  の設定方法の説明図、図 8 は目標前進・後退角  $\beta_0$  をとることが不可能な範囲を特定する方法の説明図、図 9 は回転角  $\gamma$  の設定方法の説明図である。

【0008】本実施の形態に係る溶接姿勢教示装置 A 1 は、例えば図 2 に示すように、溶接ロボット 20 の動作制御を行うロボット制御盤 10 に接続されたパーソナルコンピュータ上で所定のプログラムを動作させることにより具現化され、図 1 に示す如く構成されている。形状・環境情報設定部 1 では、対象ワーク W の形状や位置、溶接ロボット 20 の形状やシステム構成等の形状・環境情報が設定される。上記情報は、オペレータによってキーボードから直接入力されたり、或いは既に格納されている複数の情報の中からオペレータによって選択されることにより設定される。作業条件設定部 2 (目標姿勢決定手段の一例) では、対象ワーク W 上の溶接線、及びその時の作業条件が設定される。上記作業条件としては、溶接開始点及び終了点におけるバックステップ動作の有無 (例えば溶接開始点及び終了点においてバックステップ動作を行うと、作業経路は図 4 に示すようになる)、端部処理の有無などに加えて、開先形状から決定される所定の基準面と溶接トーチ 20 a とのなす角度の目標値 (目標傾斜角)  $\alpha_0$ 、溶接トーチの前進・後退角の目標値 (目標前進・後退角)  $\beta_0$  が設定される。ここで、本実施の形態において用いる溶接姿勢を表す各値の定義について説明しておく。溶接姿勢は、図 5 に示す  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  の 3 つの角度によって表される。傾斜角  $\alpha$  は、溶接線と溶接トーチ 20 a とを含む仮想平面と、溶接線を含むように対象ワーク W 上に設定された基準面とのなす角度であり、上記目標傾斜角  $\alpha_0$  はこの傾斜角  $\alpha$  の目標値である。前進・後退角  $\beta$  は、上記仮想平面内における上記溶接トーチ 20 a と上記溶接線とのなす角度であり、上記目標前進・後退角  $\beta_0$  はこの前進・後退角  $\beta$  の目標値である。更に、回転角  $\gamma$  は、溶接トーチ 20 a の手首 20 b に対する回転角である。尚、上記溶接線、及び作業条件についても、オペレータによってマウスやキーボードを用いて直接入力されたり、或いは既に格納されている複数の条件の中からオペレータによって選択されることにより設定される。

【0009】作業点設定部 3 (作業点設定手段の一例) では、上記形状・環境情報設定部 1 で設定された形状・環境条件と上記作業条件設定部 2 で設定された上記作業条件に基づいて、作業点、即ち溶接トーチ先端の通過すべき経路上における各条件の境界点が設定される。例え

ば、図 4 に示すバックステップ動作を伴う溶接経路では、a 1、a 2、a 3、a 4 の 4 つの作業点が設定される。トーチ姿勢決定部 4 (傾斜角設定手段、前進・後退角設定手段、及び自動回転角設定手段の一例) では、上記作業点設定部 3 で設定された各作業点毎に、上記形状・環境情報設定部 1 で設定された形状情報に基づいて溶接トーチ 20 a が上記作業点設定部 3 で設定された上記目標傾斜角  $\alpha_0$ 、及び目標前進・後退角  $\beta_0$  をとりうるか否かが所定の干渉チェック手法により自動的に判断されると共に、上記目標姿勢をとることが不可能な作業点が存在する場合には、上記溶接トーチ 20 a のとりうる設定姿勢 (傾斜角  $\alpha$ 、及び前進・後退角  $\beta$ ) が探索され、自動設定される。また、傾斜角  $\alpha$ 、前進・後退角  $\beta$  が設定された後、手首 20 b が対象ワーク W と干渉しないような回転角  $\gamma$  が探索され、設定される。干渉範囲設定部 5 (干渉範囲設定手段の一例) では、上記トーチ姿勢決定部 4 における干渉チェックにおいて目標前進・後退角  $\beta_0$  をとることが不可能な作業点が存在する場合に、その作業点を含み上記目標前進・後退角  $\beta_0$  をとることが不可能な上記溶接線上の範囲が自動的に特定される。教示データ作成部 6 では、上記トーチ姿勢決定部 4 において決定された溶接姿勢に基づいて溶接ロボット 20 の各関節角の角度データが算出され、教示データとして保存される。

【0010】以下、図 3 に示すフローチャートに従って溶接姿勢教示装置 A 1 による処理手順を更に詳しく説明する。溶接姿勢の教示処理が開始されると、まずオペレータにより、キーボード等の入力手段を用いて、対象ワーク W の形状や位置、溶接ロボット 20 の形状やシステム構成等の形状・環境情報が入力される。入力された上記形状・環境情報は、形状・環境情報設定部 1 により設定、格納される (ステップ S 1)。入力された情報は、図示しない画像処理手段において処理され、対象ワーク及び溶接ロボットの溶接トーチ近傍の 3 次元画像 (以下、ワークモデル、トーチモデルという) が CRT 画面に表示される。続いて、オペレータにより、キーボード、マウス等の入力手段を用いて、上記ワークモデル W 上に溶接線が設定され、更に溶接開始点及び終了点におけるバックステップ動作の有無、端部処理の有無、目標傾斜角  $\alpha_0$ 、目標前進・後退角  $\beta_0$  などの作業条件が入力される。入力された上記溶接線、及び作業条件は、作業条件設定部 2 により設定、格納される (ステップ S 2)。上記入力、設定処理が終了すると、作業点設定部 3 において、上記形状・環境条件、溶接線、及び作業条件に基づいて、作業点、即ち溶接トーチ先端の通過すべき経路上における各条件の境界点が自動設定される (ステップ S 3)。次に、トーチ姿勢決定部 4 において、まず傾斜角  $\alpha$  が自動決定される (ステップ S 4)。具体的には、ステップ S 3 で設定された上記作業点毎に、上記ステップ S 2 で設定された目標傾斜角  $\alpha_0$  と (180°



$-\alpha_0$ ) の 2 つの値に対し、上記トーチモデル W とワークモデル 20a との間の干渉チェックが行われ、干渉しない方の値が傾斜角  $\alpha$  として設定される (図 6 参照)。尚、この傾斜角  $\alpha$  の設定処理については、通常は必ずしも上記作業点の全点で行う必要はなく、代表的な作業点や溶接線の間接点において行うだけでよい場合が多い。続いて、トーチ姿勢決定部 4 において、前進・後退角  $\beta$  が自動決定される (ステップ S 5)。具体的には、ステップ S 3 で設定された上記作業点毎に、まず上記トーチモデル 20a が上記ステップ S 2 で設定された目標前進・後退角  $\beta_0$  に設定され、ワークモデル W との間の干渉チェックが行われる。ここで干渉が認められると、上記目標前進・後退角  $\beta_0$  を所定の角度  $\Delta\beta$  刻みで変化させながら順次干渉チェックが行われ、干渉が発生しない角度で上記目標前進・後退角  $\beta_0$  に最も近い値がその作業点における前進・後退角  $\beta$  として設定される (図 7 参照)。

【0011】上記ステップ S 5 の処理において  $\beta \neq \beta_0$  の作業点が存在した場合には、干渉範囲設定部 5 において、上記  $\beta \neq \beta_0$  となっている作業点を含み、上記目標前進・後退角  $\beta_0$  をとることが不可能な範囲が自動的に特定され、その境界点が新たな作業点として追加される。具体的には、上記トーチモデル 20a を、目標前進・後退角  $\beta_0$  に設定した状態で、上記  $\beta \neq \beta_0$  となっている作業点を開始点として所定距離  $\Delta L$  刻みで移動させながら干渉チェックが行われ、干渉が発生しない位置で上記作業点に最も近い位置が新たな作業点として設定される (図 8 参照)。尚、当然ながらこの新たに追加された作業点における前進・後退角  $\beta$  は目標前進・後退角  $\beta_0$  に設定される。上記ステップ S 6 の処理が終了すると、上記トーチ姿勢決定部 4 において、上記各作業点においてトーチモデル 20a が上記設定された各傾斜角  $\alpha$ 、前進・後退角  $\beta$  に設定された状態で手首 20b を回転させながらワークモデル W と手首 20b との間の干渉チェックが行われ、干渉が発生しない回転角  $\gamma$  が自動設定される (図 9 参照)。最後に、始点及び終点を表す作業点において、上記設定された姿勢 (傾斜角  $\alpha$ 、前進・後退角  $\beta$ 、及び回転角  $\gamma$ ) に対し、トーチ軸心方向に所定距離だけ離れた点に接近/退避点が作成される (ステップ S 8)。以上のような手順で決定された溶接姿勢は、教示データ作成部 6 に取り込まれ、ここで溶接ロボット 20 の各関節角の角度データ、即ち溶接ロボット 20 の教示データとして保存される。尚、上記各作業点間における溶接姿勢は、両端の作業点の値を用いて例えば線形補間により設定される。

【0012】以上説明したように、本実施の形態に係る溶接姿勢教示装置 A 1 では、オペレータが、対象ワークの形状情報などの他に目標傾斜角  $\alpha_0$  と目標前進・後退角  $\beta_0$  とを数値入力するだけで、後は全て自動的に溶接

姿勢 (傾斜角  $\alpha$ 、前進・後退角  $\beta$ 、及び回転角  $\gamma$ ) が探索され、自動設定されるため、教示作業にかかる手間と時間が従来技術と比べて大幅に削減できると共に、得られる教示結果がオペレータの資質に左右されるということもない。また、設定される溶接姿勢は、極力目標値となるように設定され、目標値に設定することが不可能な範囲においてもできるかぎり目標値に近い値に設定されるため、高品質の溶接が可能となる。更に、姿勢を所定刻みで離散的に行っているため、高速処理が可能である。

#### 【0013】

【実施例】上記干渉チェック方法としては、周知の様々な手法を用いることが可能である。周知の干渉チェック方法としては、例えば三角形ポリゴンを用いた方法、凸包に分割してチェックを行う方法やバブルコライゾン法、交点計算法などが挙げられるが、処理の高速化のために複数の方法を適宜組み合わせる用いることが望ましい。

#### 【0014】

【発明の効果】本発明は、任意のワーク上の任意の溶接線に沿って溶接を行う溶接ロボットに対して、上記ワーク及び上記溶接ロボットに関する形状情報に基づいて上記ワークと干渉しないように溶接時の姿勢を教示する溶接姿勢教示方法において、上記溶接ロボットに設けられた溶接トーチの上記溶接線上での目標姿勢を設定する目標姿勢設定工程と、上記溶接線上に、溶接時の作業経路を定義するための作業点を設定する作業点設定工程と、上記作業点設定工程で設定された上記各作業点において、上記形状情報に基づいて上記溶接トーチが上記目標姿勢設定工程で設定された上記目標姿勢をとりうるか否かを所定の干渉チェック手法により自動的に判断し、上記目標姿勢をとることが不可能な作業点が存在する場合には、その作業点を含み上記目標姿勢をとることが不可能な上記溶接線上の範囲を自動的に特定すると共に、該範囲内で上記溶接トーチのとりうる設定姿勢を探索し、自動設定する自動姿勢設定工程とを具備してなることを特徴とする溶接姿勢教示方法として構成されているため、オペレータは、目標傾斜角  $\alpha_0$  と目標前進・後退角  $\beta_0$  とを数値入力するだけで、後は全て自動的に溶接ロボットと対象ワークとの干渉が発生しないような溶接姿勢 (傾斜角  $\alpha$ 、前進・後退角  $\beta$ 、及び回転角  $\gamma$ ) が探索され、自動設定され、教示作業にかかる手間と時間が従来技術と比べて大幅に削減できると共に、得られる教示結果がオペレータの資質に左右されるということもない。上記目標姿勢は、例えば上記溶接トーチの上記溶接線回りの角度である傾斜角の目標値  $\alpha_0$  と、上記溶接線と上記溶接トーチとのなす角度である前進・後退角の目標値  $\beta_0$  により表現することができるが、この場合には、上記自動姿勢設定工程は、更に、上記作業点設定工程で設定された上記作業点のうちの少なくとも 1 点にお

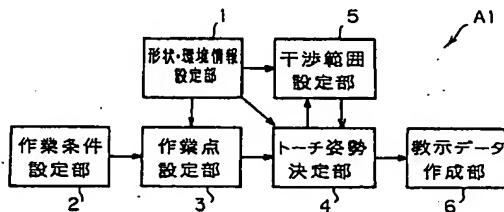


いて上記形状情報に基づく干渉チェックを行い、上記目標傾斜角 $\alpha_0$ と $180^\circ - \alpha_0$ のうちのいずれかを設定傾斜角 $\alpha$ とする傾斜角設定工程と、上記作業点設定工程で設定された上記各作業点において上記形状情報に基づく干渉チェックを行い、上記溶接トーチが上記目標前進・後退角 $\beta_0$ をとりうるか否かを判断し、上記目標前進・後退角 $\beta_0$ をとることが不可能な作業点においては上記溶接トーチが上記ワークと干渉しないような前進・後退角 $\beta_1$ を探索し、上記作業点での設定前進・後退角 $\beta$ として設定する前進・後退角設定工程と、上記前進・後退角目標値 $\beta_0$ をとることが不可能な作業点が存在する場合に、その作業点を含み上記前進・後退角目標値 $\beta_0$ をとることが不可能な上記溶接線上の範囲を特定すると共に、上記前進・後退角 $\beta_1$ と上記目標前進・後退角 $\beta_0$ とに基づいて上記範囲内における設定前進・後退角 $\beta$ を設定する干渉範囲設定工程とを具備して構成することができ、更に上記干渉範囲設定工程で設定された上記範囲外においては上記前進・後退角 $\beta$ を上記目標前進・後退角 $\beta_0$ とすれば、溶接姿勢はできるかぎり目標値に近い値に設定されるため、高品質の溶接が可能となる。更に、上記自動姿勢設定工程で設定された上記設定姿勢と上記形状情報とに基づいて自動的に干渉チェックを行い、上記溶接トーチの上記溶接ロボットへの取り付け軸回りの回転角 $\gamma$ を自動設定する自動回転角設定工程を設ければ、溶接ロボットの溶接トーチ以外の部分と対象ワークとの干渉についても確実に回避することが可能である。

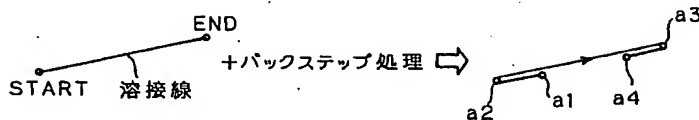
#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態に係る溶接姿勢教示装置A1の概略構成を示すブロック図。

【図1】



【図4】



【図2】 上記溶接姿勢教示装置A1、溶接ロボット20、及びロボット制御盤10との接続関係の一例を示す模式図。

【図3】 上記溶接姿勢教示装置A1による処理手順を示すフローチャート。

【図4】 作業条件におけるバックステップ処理、及びその時の作業経路と作業点の一例を示す説明図。

【図5】 溶接姿勢を表す傾斜角 $\alpha$ 、前進・後退角 $\beta$ 、及び回転角 $\gamma$ の説明図。

【図6】 傾斜角 $\alpha$ の設定方法の説明図。

【図7】 干渉が生じる作業点における前進・後退角 $\beta$ の設定方法の説明図。

【図8】 目標前進・後退角 $\beta_0$ をとることが不可能な範囲を特定する方法の説明図。

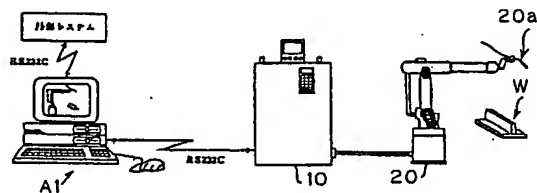
【図9】 回転角 $\gamma$ の設定方法の説明図。

【図10】 従来技術に係る対象ワークWと溶接トーチMとの3次元画像の一例を示す図。

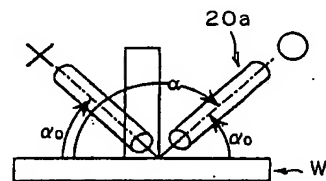
#### 【符号の説明】

- 1…形状・環境情報設定部
- 2…作業条件設定部（目標姿勢設定手段の一例）
- 3…作業点設定部（作業点設定手段の一例）
- 4…トーチ姿勢決定部（傾斜角設定手段、前進・後退角設定手段、及び自動回転角設定手段の一例）
- 5…干渉範囲設定部（干渉範囲設定手段の一例）
- 6…教示データ作成部
- 10…ロボット制御盤
- 20…溶接ロボット
- 20a…溶接トーチ
- 20b…手首
- W…対象ワーク

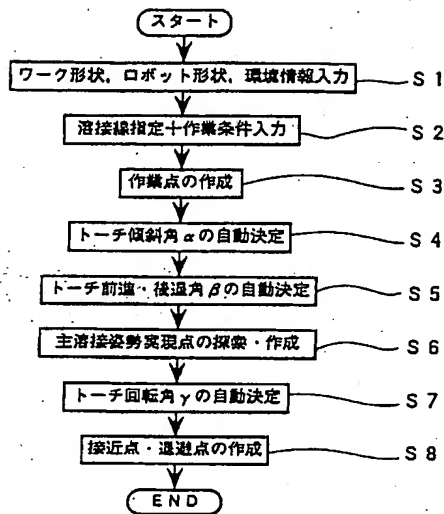
【図2】



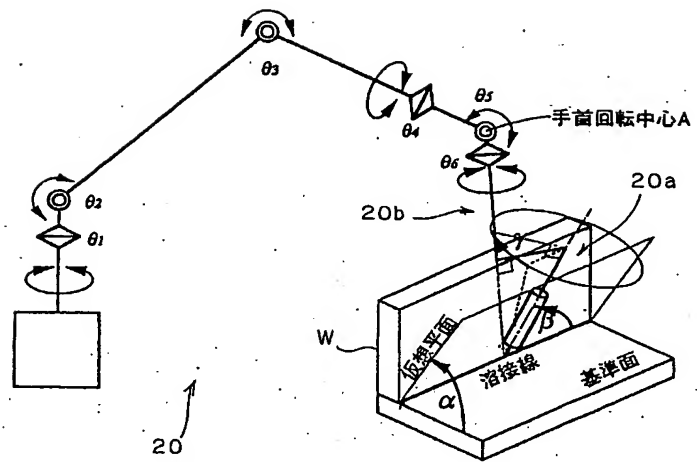
【図6】



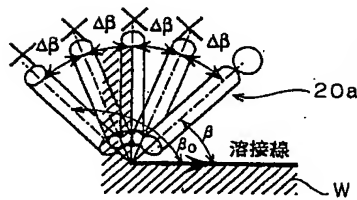
【図 3】



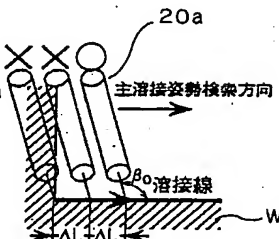
【図 5】



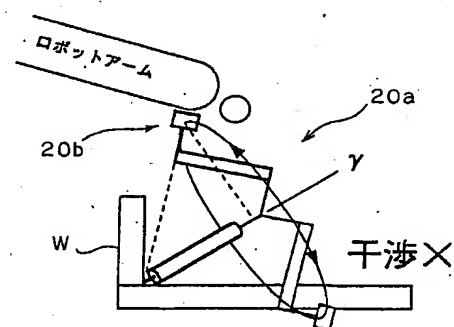
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【図 10】

